

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-372067  
(P2002-372067A)

(43) 公開日 平成14年12月26日 (2002. 12. 26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 1 6 D 3/227		F 1 6 D 3/227	E
3/20		3/20	C
			F

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-183367(P2001-183367)

(22) 出願日 平成13年6月18日 (2001. 6. 18)

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 坂口 明夫

静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエヌ株式会社内

(72) 発明者 前田 喜久男

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌティエヌ株式会社内

(74) 代理人 100086793

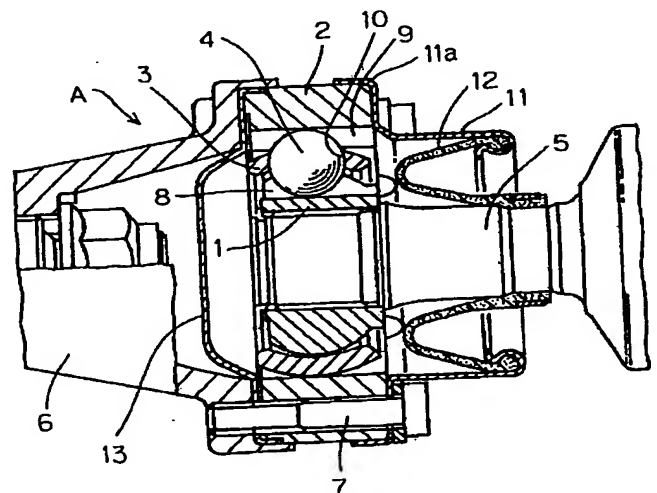
弁理士 野田 雅士 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プロペラシャフト用等速自在継手

(57) 【要約】

【課題】 耐熱寸法安定性に優れ、 $N \cdot \theta$  値の大きな運転条件下でも使用可能でかつ耐久性にも優れたプロペラシャフト用等速自在継手を提供する。

【解決手段】 内輪1と外輪2との間にボール4を介在させたプロペラシャフト用等速自在継手に適用される。外輪2は、円筒状内周面に軸方向に延びる複数の直線状トラック溝9を有する。内輪1は、外輪2のトラック溝9に対向する複数の直線状のトラック溝8を凸球状外周面に有する。両トラック溝8、9は交叉状の配置で設けられ、これらトラック溝8、9の交叉部分にボール4が組み込まれる。このボール4は、内輪1の外周面と外輪2の内周面との間に配置したケーシング3により保持される。ボール4は耐熱鋼よりなり、焼入れ処理後、または浸炭窒化後の表面硬さが58HRC以上とされ、かつ最大の炭素物寸法が8 $\mu$ m以下とされる。



1:内輪  
2:外輪  
3:ケーシング  
4:ボール  
5:プロペラシャフト  
8,9:トラック溝

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円筒状内周面に軸方向に延びる複数の直線状のトラック溝を有する外輪と、このトラック溝に対向する複数の直線状のトラック溝を凸球状外周面に有する内輪とを備え、上記両トラック溝を互いに交叉状の配置で設け、両トラック溝の交叉部分にボールを組み込み、このボールを上記内輪の外周面と上記外輪の内周面との間に配置したケージにより保持したプロペラシャフト用等速自在継手において、上記ボールが耐熱鋼よりなり、焼入れまたは浸炭窒化処理され焼戻された構成を有し、焼戻し処理後の表面硬さがHRC58以上であり、かつ最大の炭素物寸法が $8\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするプロペラシャフト用等速自在継手。

【請求項2】 上記耐熱鋼は、合金元素の含有量が質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Mnを0.2%以上1.5%以下、Pを0.03以下、Sを0.03%以下、Crを0.3%以上5.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Alを0.050%以下、Tiを0.003%以下、Oを0.0015%以下、Nを0.015%以下含み、残部がFeおよび不可避不純物を有する鋼材である請求項1に記載のプロペラシャフト用等速自在継手。

【請求項3】 上記内外輪のトラック溝の断面形状を楕円またはゴシックアーチとし、少なくとも内輪のトラック溝と上記ボールとの接触点における溝曲率半径とボールの半径との比率を、1.05～1.10とした請求項1または請求項2に記載のプロペラシャフト用等速自在継手。

【請求項4】 上記内外輪のトラック溝のうち、少なくとも内輪のトラック溝と上記ボールとの接触角を $35\sim 45^\circ$ とした請求項1ないし請求項3のいずれかに記載のプロペラシャフト用等速自在継手。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、主として自動車のプロペラシャフトに用いられる等速自在継手に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種の等速自在継手として、内外輪のトラック溝が互いに交叉したクロスグループ型の等速自在継手がある。クロスグループ型継手では、トラック溝の形状は楕円またはゴシックアーチ状とされ、ボール曲率に対し接触点の曲率比が1.02～1.05で、接触角 $35\sim 45^\circ$ のアンギュラコンタクトとなっている。このため、内外輪のトラック溝底には、ボールを介した状態で僅かな頂点隙間VC(Vertex Clearance)を持っている。また、この等速自在継手では、ボールが内外輪のトラック溝の交差部分でコントロールされ、しかも軸方向に転がり易く、内外輪トラック溝・ボール間の隙

間(PCD隙間)を負隙間として、いわゆる予圧を与えて使用できることから、主として高速回転性の良さが要求されるプロペラシャフトに用いられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】このようなボール予圧を付与したクロスグループ型等速自在継手では、その温度上昇量(T)が回転数(N)と作動角( $\theta$ )に相関を持つ。すなわち、回転数(N)×作動角( $\theta$ )の値である回転数・角度値( $N\cdot\theta$ )が大きくなるのに伴い、温度上昇も高くなる特性を持っており、一般的には、この回転数・角度値( $N\cdot\theta$ )の限界値は、 $N\cdot\theta>20000\sim 22000$ が目安となっている。この限界回転数・角度値( $N\cdot\theta$ )を少しでも大きくすることが、クロスグループ型等速自在継手の課題となっている。通常、クロスグループ型等速自在継手に使用するボールは、焼き入れ後に約 $180^\circ\text{C}$ で焼戻しされているが、限界回転数・角度値( $N\cdot\theta$ )を超えると、温度の影響によりボール組織中の残留オーステナイトが変化し、寸法が大きくなる。これに伴い、さらに予圧量が大きな状態になり、さらなる等速自在継手の温度上昇を増長させ、著しいピーク温度を示す。過去の例では、通常HRC60以上の硬さを有するボールが、ピーク温度発生によって、運転後にHRC40近くまで低下した事実もあった。

【0004】このような課題を解決する手段として、焼戻し温度を高くして耐熱寸法安定化処理したボールが提案されている(特開2000-74082号公報)。しかし、焼戻し温度を高くすることによって、ボールが必然的に硬度低下し、等速自在継手の耐久性を損ねるという新たな課題が生じる。

【0005】また、従来のクロスグループ型等速自在継手では、内外輪のトラック溝曲率が小さく、溝底頂点隙間が僅かであるため、等速自在継手が温度上昇すると熱変形によりボールが溝底当たりを生じ、潤滑剤の介在性の悪化とも相まって、さらなる温度上昇を増長させるという課題もある。ボールの底当たりは、等速自在継手の円滑な作動の妨げとなる。

【0006】この発明の目的は、耐熱寸法安定性に優れ、回転数・角度値( $N\cdot\theta$ 値)の大きな運転条件下でも使用可能で、かつ耐久性にも優れたプロペラシャフト用等速自在継手を提供することである。この発明の他の目的は、回転数・角度値( $N\cdot\theta$ 値)の大きな運転条件下でもボールがトラック溝底と干渉することを低減でき、また潤滑剤が介在し易く、抑温性能に優れたものとするところである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】この発明のプロペラシャフト用等速自在継手は、円筒状内周面に軸方向に延びる複数の直線状のトラック溝を有する外輪と、このトラック溝に対向する複数の直線状のトラック溝を凸球状外周面に有する内輪とを備え、上記両トラック溝を互いに交

叉状の配置で設け、両トラック溝の交叉部分にボールを組み込み、このボールを上記内輪の外周面と上記外輪の内周面との間に配置したケーシングにより保持したプロペラシャフト用等速自在継手において、上記ボールが耐熱鋼よりなり、焼入れまたは浸炭窒化処理され焼戻された構成を有し、焼戻し処理後の表面硬さがHRC58以上であり、かつ最大の炭素物寸法が $8\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0008】耐熱鋼は、一般的な鋼材に比べて、高温下における組織変化による寸法変化が少なく、表面硬さの低下が小さい鋼種である。上記耐熱鋼としては、等速自在継手に用いられる一般的な鋼材（例えば高炭素クロム鋼等）と比べて、プロペラシャフト用のクロスグループ型等速自在継手の運転中に生じる高温下において、耐熱寸法安定性および高温軟化抵抗特性に優れたものであることが好ましい。このような耐熱鋼を用いることにより、その優れた耐熱寸法安定性のために、回転数・角度値（ $N \cdot \theta$  値）が大きな運転条件下で継手温度が高くなっても、高温によるボールの組織変化による寸法の増大がなく、予圧量の増大による継手温度の急激な温度上昇が避けられる。また、耐熱鋼を用いるため、ボールが高温で軟化して耐久性が低下することが防止される。ボールは上記耐熱鋼よりなり、焼入れまたは浸炭窒化処理により硬化処理されて焼戻されたものであって、焼戻し処理後の表面硬さがHRC58以上であるため、ボールの疲労寿命が長いものとなる。ボールの表面硬さと疲労寿命とは相関が認められ、表面硬さが高いほど、疲労寿命が長寿命を示す傾向にある。表面硬さがHRC58未満になると、急激に疲労寿命が短くなる傾向にあり、また寿命ばらつきが大きくなる。高温での寿命を改善し、ばらつきを低減するためには、HRC58以上の硬度とすることが必要である。そこでHRC58以上と限定した。鋼材中の炭化物は、焼戻し処理時の硬さを維持させるとともに、ボールの疲労中の組織変化を抑制し、疲労寿命の改善に効果を有する。この際、炭化物の最大寸法とボール疲労寿命との関係については、大型の炭化物が存在すると寿命が低下する傾向が認められ、最大寸法が $8\mu\text{m}$ を超える大きな炭化物が残存すると急激に寿命低下が発生することが判った。このため、炭化物の最大寸法を $8\mu\text{m}$ に規定した。

【0009】この発明において、上記耐熱鋼は、合金元素の含有量が質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Mnを0.2%以上1.5%以下、Pを0.03%以下、Sを0.03%以下、Crを0.3%以上5.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Alを0.050%以下、Tiを0.003%以下、Oを0.0015%以下、Nを0.015%以下含み、残部がFeおよび不可避不純物を有するものとするのが好ましい。ボールの材質である耐熱鋼の成分をこのようにすることにより、ボールの耐熱

寸法安定性が向上し、 $N \cdot \theta$  値の大きな運転条件下でも使用が可能となる。高温焼き戻しによる表面硬さ低下の程度も小さく、耐久性に優れたものとなる。また高温（たとえば $350^\circ\text{C}$ ）で焼戻し処理を施しても、HRC58以上と高い硬度を得ることができる。このように高温で焼戻し処理を施すことで残留オーステナイト量を少なくできるため、高温環境下での寸法安定性を得ることができると共に、HRC58以上と高い硬度を得ることができる。このため、高温環境下での疲労寿命および耐摩耗性を従来例より向上させることができる。

【0010】この発明において、上記内外輪のトラック溝の断面形状を楕円またはゴシックアーチとし、少なくとも内輪のトラック溝とボールとの接触点における溝曲率半径とボールの半径との比率を、1.05~1.10とすることが好ましい。トラック溝の断面形状を楕円またはゴシックアーチとすると、ボールは溝の両側面で点接触することになる。この場合に、接触点における溝曲率半径とボール半径との比率を1.05~1.10の範囲に規定することにより、一般的な比率である1.02~1.05（未満）としたものに比べて、トラック溝とボールの間の溝底頂点隙間が、例えば1.7~1.9倍と大きくなる。そのため、 $N \cdot \theta$  値の大きな運転条件下であっても、継手温度の上昇による熱的変形によってボールがトラック溝底に干渉することが緩和できる。また、トラック溝の溝床に隙間が維持されるため、潤滑剤が介在し易く、抑温性能に優れる。

【0011】この発明において、上記内外輪のトラック溝のうち、少なくとも内輪のトラック溝と上記ボールとの接触角を $35 \sim 45^\circ$ としても良い。接触角が変わると、トラック溝とボールとの接触点が変わる。接触角は、大き過ぎると接触点となる接触楕円がトラック溝の肩部に乗り上げる恐れがあり、耐久性の面で好ましくない。小さ過ぎるとボールが溝底に干渉し易くなる。そのため、通常、接触角は $35 \sim 45^\circ$ の範囲とされる。この接触角 $35 \sim 45^\circ$ の範囲において、上記のように接触点における溝曲率半径とボールの半径との比率を1.05~1.10とした場合において、溝底頂点隙間が十分に大きく得られ、 $N \cdot \theta$  値の大きな運転条件下でボールがトラック溝底に干渉することが緩和できる。

【0012】ボールの耐熱鋼における化学成分の限定理由について説明する。

(1) Cの含有量（0.6%以上1.3%以下）について。

Cはボールの強度を確保するために必須の元素であり、所定の熱処理後の硬さを維持するためには0.6%以上含有する必要があるため、C含有量の下限を0.6%に限定した。また、上記のように炭化物がボールの疲労寿命に重要な役割を与えるが、C含有量が1.3%を超えて含有された場合、大型の炭化物が生成し、疲労寿命の低下を生じることが判明したため、C含有量の上限を

1. 3%に限定した。

【0013】(2) Siの含有量(0.3%以上3.0%以下)について。

Siは高温域での軟化を抑制し、ボールの耐熱性を改善する作用があるため添加することが望ましい。しかし、Si含有量が0.3%未満ではその効果が得られないため、Si含有量の下限を0.3%に限定した。また、Si含有量の増加に伴って耐熱性は向上するが、3.0%を超えて多量に含有させてもその効果が飽和するとともに、熱間加工性や被削性の低下が生じるため、Si含有量の上限を3.0%に限定した。

【0014】(3) Mnの含有量(0.2%以上1.5%以下)について。

Mnは鋼を製造する際の脱酸に用いられる元素であるとともに、焼入れ性を改善する元素であり、この効果を得るためには0.2%以上添加する必要があるため、Mn含有量の下限を0.2%に限定した。しかし、1.5%を超えて多量に含有すると被削性が大幅に低下するため、Mn含有量の上限を1.5%に限定した。

【0015】(4) Pの含有量(0.03%以下)について。

Pは鋼のオーステナイト粒界に偏析し、靱性や転動疲労寿命の低下を招くため、0.03%を含有量の上限とした。

【0016】(5) Sの含有量(0.03%以下)について。

Sは鋼の熱間加工性を害し、鋼中で非金属介在物を形成して靱性や疲労寿命を低下させるため、0.03%をS含有量の上限とした。また、Sは前記のような有害な面を持つ反面、被削性を向上させる効果も有しているため、可及的に少なくすることが望ましいが0.005%までの含有であれば許容される。

【0017】(6) Crの含有量(0.3%以上5.0%以下)について。

Crは本発明の場合に重要な作用を果たす元素であり、焼入れ性の改善と炭化物による硬さ確保と寿命改善とのために添加される。所定の炭化物を得るためには0.3%以上の添加が必要であるため、Cr含有量の下限を0.3%に限定した。しかし、5.0%を超えて多量に含有すると、大型の炭化物が生成し疲労寿命の低下が生じるため、Cr含有量の上限を5.0%に限定した。

【0018】(7) Alの含有量(0.050%以下)について。

Alは鋼の製造時の脱酸剤として使用されるが、硬質の酸化物系介在物を生成し疲労寿命を低下させるため低減することが望ましい。また、0.050%を超えてAlが多量に含有されると顕著な疲労寿命の低下が認められたため、Al含有量の上限を0.050%に限定した。また、Al含有量を0.005%未満とするためには鋼の製造コストの上昇が生じるため、Al含有量の下限を

0.005%に限定することが好ましい。

【0019】(8) Tiの含有量(0.003%以下)、Oの含有量(0.0015%以下)、Nの含有量(0.015%以下)について。

Ti、O、およびNは、鋼中に酸化物、窒化物を形成し非金属介在物として疲労破壊の起点となり疲労寿命を低下させるため、Ti:0.003%、O:0.0015%、N:0.015%を各元素の上限とした。

【0020】(9) Niの含有量(0.1%以上3.0%以下)について。

Niは本発明の場合に重要な作用を果たす元素であり、特に高温環境下で使用された場合の疲労過程における組織の変化を抑制し、また高温域での硬さの低下を抑制して疲労寿命を向上する効果を有する。加えて、Niは靱性を改善して異物環境下での寿命を改善するとともに耐食性の改善にも効果がある。このため、Niを0.1%以上含有させる必要があるため、Ni含有量の下限を0.1%に限定した。しかし、3.0%を超えて多量にNiを含有すると、焼入れ処理時に多量の残留オーステナイトが生成され所定の硬さが得られなくなり、また鋼材コストが上昇するため、Ni含有量の上限を3.0%に限定した。

【0021】次に、ボールの焼戻し硬さおよび炭化物について言及する。

(10) 焼戻し硬さ

高温域で使用する継手は使用環境下での寸法を安定させるために、環境温度以上の温度で焼戻し処理を施されることが一般的である。本願発明者らは、焼戻し硬さと温度環境200℃における疲労寿命に関する調査を行なった結果、焼戻し硬さと疲労寿命とに相関が認められ、焼戻し硬さが高いほど疲労寿命が長寿命を示す傾向にあることを確認した。特に、焼戻し硬さが同一の場合には、焼戻し処理が高い温度で実施されたボールほど長寿命であり、高温で焼戻しを施しても焼戻し硬さが高いボールほど長寿命であることが見出された。さらには、焼戻し処理後の硬さがHRC58未満になると、急激に寿命が低下する傾向にあり、また寿命ばらつきが大きくなることが判明した。高温での寿命を改善し、ばらつきを低減するためには、HRC58以上の硬さを維持することが必要であり、かつこの際の焼戻し温度は高いほど好ましい。

【0022】(11) 炭化物

炭化物は焼戻し処理時の硬さを維持させるとともに、ボール疲労中の組織変化を抑制し、疲労寿命の改善に効果を有することが判明した。この際、ボールの表層から0.1mm深さにおける炭化物の最大寸法と疲労寿命とを調査した結果、大型の炭化物が存在すると寿命が低下する傾向が認められ、最大寸法が8μmを超える大きな炭化物が残存すると急激に寿命低下が発生することが明らかになったため、炭化物の最大寸法を8μmに規定し

た。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】この発明の一実施形態を図1ないし図3と共に説明する。この実施形態のプロペラシャフト用等速自在継手Aはクロスグループ型の等速自在継手であって、内輪1と外輪2の間に、ケージ3により保持された複数のボール4が介在し、内外輪1、2の軸線の交わる角度が自由に变化して内外輪1、2間に回転を伝えるものである。内輪1は自動車のプロペラシャフト5に連結され、外輪2は駆動側回転体6にボルト7によって連結される。駆動側回転体6はコンパニオンフランジからなり、トランスミッションの出力軸や、ディファレンシャルの入力軸に連結される。

【0024】内輪1は外周面が凸球状に形成され、外輪2は内周面が円筒面状に形成されている。これら内輪1および外輪2は、各々軸方向に延び軸線に対して互いに逆方向に傾いて交叉状の配置とされた複数の直線状トラック溝8、9を有する(図2参照)。両トラック溝8、9は互いに対向しており、両トラック溝8、9間における両トラック溝8、9の交叉部分にボール4が負の隙間で、すなわち予圧状態で組み込まれている。ケージ3は、内輪1の外周面と外輪2の内周面との間に配置される部材であって、内輪1の外径面に応じた球面状のリング状部材とされ、周方向複数箇所にポケット10が形成され、各ポケット10内にボール4を保持している。

【0025】外輪2の一側面には、支持筒11の後端部に設けられたフランジ11aが前記ボルト7の締め付けにより固定され、その支持筒11の先端部とプロペラシャフト5との間に、断面U字状のダイヤフラム12が設けられている。このダイヤフラム12と、外輪2の他側面で外径部が支持されたグリースカバー13とによって、この等速自在継手Aの内部が密封され、内部に封入されたグリース(図示せず)の漏洩を防止している。

【0026】この実施形態のプロペラシャフト用等速自在継手Aは、上記構成において、ボール4が、耐熱鋼よりなり、焼入れまたは浸炭窒化処理され焼戻された構成を有し、焼戻し処理後の表面硬さがHRC58以上であり、かつ最大の炭素物寸法が $8\mu\text{m}$ 以下である。ボール4の材質である耐熱鋼は、合金元素の含有量が、質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Mnを0.2%以上1.5%以下、Pを0.03%以下、Sを0.03%以下、Crを0.3%以上5.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Alを0.050%以下、Tiを0.003%以下、Oを0.0015%以下、Nを0.015%以下含み、残部がFeおよび不可避不純物を有する鋼材とされている。この化学組成を有する耐熱鋼であって、焼戻し温度は例えば200~300℃とし、表面硬さをHRC58以上とする。この耐熱鋼における各化学成分の限定理由は、前述の通りである。

【0027】ボール4の材質である耐熱鋼は、上記化学成分を持つものにおいて、より好ましくは、質量%で、0.05%以上0.25%未満のMoおよび0.05%以上1.0%以下のVの少なくとも一種をさらに含んでいるものとするのが好ましい。これにより、さらに異物混入環境下および高温環境下における疲労寿命を向上させることができ、かつ焼戻し処理後の硬度を向上させることができる。

【0028】この追加の化学成分の限定理由について説明する。

(12) Moの含有量(0.05%以上0.25%未満)について。

Moは鋼の焼入れ性を改善するとともに、炭化物中に固溶することによって焼戻し処理時の軟化を防止する効果がある。特に、Moは高温域における疲労寿命を改善する作用が見出されたため添加されている。しかし、0.25%以上と多量にMoを含有させると鋼材コストが上昇するとともに、機械加工を容易にするための軟化処理時に硬さが低下せず被削性が大幅に劣化してしまうため、Mo含有量を0.25%未満に限定した。またMoの含有量が0.05%未満では炭化物形成に効果がないため、Mo含有量の下限を0.05%に限定した。

【0029】(13) Vの含有量(0.05%以上1.0%以下)について。

Vは炭素と結合して微細な炭化物を析出し、結晶粒の微細化を促進し強度・靱性を改善する効果を有するとともに、Vの含有によって鋼材の耐熱性を改善し、高温焼戻し後の軟化を抑制し、転動疲労寿命を改善し、寿命のばらつきを減少させる作用を示す。この効果が得られるVの含有量が0.05%以上であるため、V含有量の下限を0.05%に限定した。しかし、1.0%を超えて多量にVを含有すると、被削性、熱間加工性が低下するため、V含有量の上限を1.0%に限定した。

【0030】この構成のプロペラシャフト用等速自在継手によると、ボール4の材質として用いられる上記耐熱鋼が、耐熱寸法安定性および高温軟化抵抗特性に優れた鋼材であり、従来品に比べて高温下における寸法変化が少なく硬さ低下も小さい。これにより、この等速自在継手Aでは、ボール4の耐熱寸法安定性が従来品に比べて向上するので、N・θ値の大きな運転条件下でも使用可能となる。しかも、高温焼戻しによる硬さ低下の度合いを小さくできるので、従来品に比べて耐久性も向上する。

【0031】また、内外輪1、2のトラック溝8、9は、その形状を図3に示すようにゴシックアーチとすると共に、少なくとも内輪1のトラック溝8とボール4との接点における溝曲率半径とボール4の半径Rとの比率を、1.05~1.10としている。この例では、外輪2のトラック溝9とボール4との接点における溝曲率半径とボール4の半径Rとの比率も、1.05~1.

10としている。なお、トラック溝8、9の形状は、ゴシックアーチに代えて楕円としても良い。

【0032】また、この実施形態では、トラック溝8、9についての緒元を、従来品に比べて、表1のように異ならせている。これにより、トラック溝8、9とボール4の間の溝底頂点隙間VCが従来品に比べて1.7～

1.9倍になり、 $N \cdot \theta$ 値の大きな運転条件下でもボール4がトラック溝8、9の底と干渉することを回避することができる。また、トラック溝8、9の底に隙間ができるので、潤滑剤が介在し易く、抑温性能が向上する。

【0033】

【表1】

トラック緒元	実施例品	従来品
接触率	1.05～1.10	1.02～1.05(未満)
接触角	35～45°	35～45°
VC比	1.7～1.9	1.0

【0034】なお、ゴシックアーチのトラック溝8、9の場合の溝・ボール間の溝底頂点隙間VCは、ボール半径(r)とトラック溝接触率( $\psi$ )及び接触角 $\alpha$ で幾何的に定まるが、接触角 $\alpha$ が小、接触率 $\psi$ が小の時に最小となり、接触角 $\alpha$ が大、接触率 $\psi$ が大の時に最大となる。なお、接触率が大きい場合は、トラック溝内面の面圧が高くなるが、その一方でトラック肩接触楕円の乗り上げに対して有利となる。プロペラシャフトの場合、低トルク、高回転であるため、トラック溝内面の面圧は問題とならない。そのため、プロペラシャフト用等速自在継手では、接触率は大きくすることが有利な場合が多い。

【0035】なお、この発明とは異なるが、上記ボール4における上記耐熱鋼の材質は、クロスグループ型のものに限らず、例えば図4および図5に各種の例を示すように、内輪1と外輪2との間にボール4、4Dが介在し、内外輪1、2の軸線の交わる角度が自由に変化して回転を伝える形式のプロペラシャフト用等速自在継手に適用することができる。

【0036】図4の例は、いわゆるバーフィールド型の等速自在継手である。同図の等速自在継手Bは、内輪1の外径面および外輪2の内径面がいずれも球面状とされ、これら内外輪1、2のトラック溝8A、9Aは、いずれも軸線に平行とされ、その溝底は、軸方向に沿う断面形状が円弧状とされている。その他の構成は、図1の実施形態と同じである。

【0037】図5の例は、いわゆるダブルオフセット型の等速自在継手である。同図の等速自在継手Cは、内輪1および外輪2に設けられたトラック溝8C、9Cが、軸線に平行な直線状とされている。ケーシング3は、ボール4の動きを制御する役目を果しているが、ボール4を転がり易くするために、内径面に円筒面部を形成してある。すなわち、ケーシング3の内径面は、軸方向の両側部分が互いに球心位置のオフセットされた球面部とされ、両球面部の間が円筒面部とされている。その他の構成は図

1の例と同じである。

【0038】

【発明の効果】この発明のプロペラシャフト用等速自在継手は、クロスグループ型の等速自在継手において、ボールが耐熱鋼よりなり、焼入れまたは浸炭窒化処理され焼戻された構成を有し、焼戻し処理後の表面硬さを58HRC以上とし、かつ最大の炭素物寸法を8 $\mu$ m以下としたため、耐熱寸法安定性に優れ、 $N \cdot \theta$ 値の大きな運転条件下でも使用可能とすることができ、かつ耐久性にも優れたものとなる。特に、ボールの耐熱鋼の材質を請求項2の材質とした場合は、ボールの耐熱寸法安定性が良く、また高温焼き戻しによる表面硬さ低下の程度も小さく、HRC58以上と高い硬度を実現することができ、耐久性にも優れたものとなる。内外輪のトラック溝の形状を楕円またはゴシックアーチとし、少なくとも内輪のトラック溝と上記ボールとの接点における溝曲率半径とボールの半径との比率を、1.05～1.10とした場合は、トラック溝とボールの間の溝底頂点隙間が従来例に比べて大きくなり、 $N \cdot \theta$ 値の大きな運転条件下でもボールがトラック溝底に干渉することを緩和できる。また、潤滑剤が溝底に介在し易く、抑温性能も向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態にかかる等速自在継手の破断正面図である。

【図2】同等速自在継手の内外輪を展開図で示すトラック溝の説明図である。

【図3】同等速自在継手の一部を拡大して示す断面図である。

【図4】提案例にかかる等速自在継手の破断正面図である。

【図5】他の提案例にかかる等速自在継手の破断正面図である。

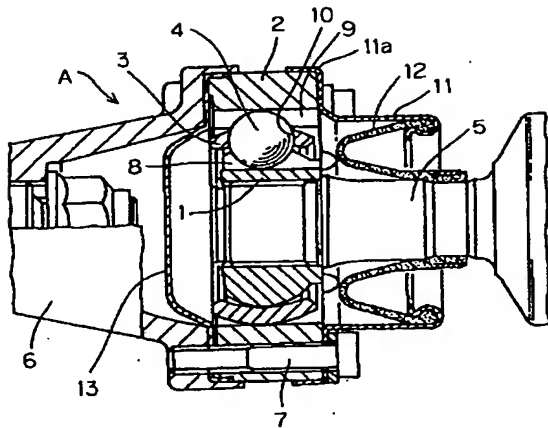
【符号の説明】

1…内輪

2…外輪  
3…ケージ  
4…ボール

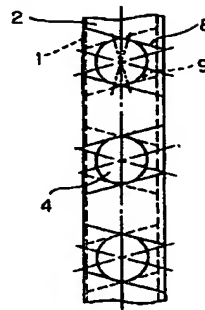
5…プロペラシャフト  
8, 9…トラック溝

【図1】

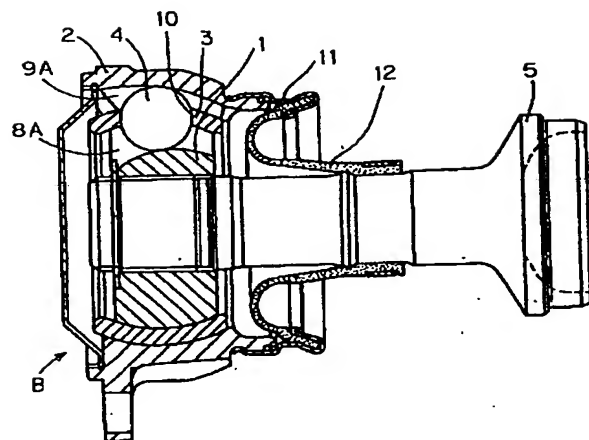


1:内輪  
2:外輪  
3:ケージ  
4:ボール  
5:プロペラシャフト  
8,9:トラック溝

【図2】



【図4】



【図5】

